

PENGARUH IMPLEMENTASI PJBL BERBASIS STEAM DALAM PROYEK *MAKE CRAFT WITH 3R (REDUCE, RECYCLE, REUSE)* TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA KELAS VII SMP NEGERI 1 PANGSID

Nurdin Arsyad¹, Nurwati Djam'an², Olvy Damayanti Makkatutu³
Universitas Negeri Makassar^{1,2,3}

Email: nurdin.arsyad@unm.ac.id¹, nurwati_djaman@unm.ac.id²,
olveyedama@gmail.com³

Coressponding Author: Nurwati Djam'an email: nurwati_djaman@unm.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan model *Project-Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan STEAM terhadap kemampuan berpikir kritis siswa kelas VII UPT SMP Negeri 1 Pangsid. Penelitian ini menggunakan metode pre-eksperimental dengan desain *one group pretest-posttest*. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas VII UPT SMP Negeri 1 Pangsid pada semester genap tahun ajaran 2024/2025. Sampel penelitian adalah siswa kelas VII.7 yang dipilih menggunakan teknik *cluster random sampling*. Instrumen penelitian meliputi lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran dan tes kemampuan berpikir kritis. Data observasi dianalisis menggunakan persentase, sedangkan data kemampuan berpikir kritis dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan inferensial. Hasil observasi menunjukkan bahwa keterlaksanaan pembelajaran berada pada kategori terlaksana dengan baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kemampuan berpikir kritis siswa mengalami peningkatan dari 29,94 pada pretest menjadi 83,00 pada posttest. Ketuntasan klasikal kemampuan berpikir kritis tercapai sebesar 80,65%. Nilai rata-rata gain ternormalisasi kemampuan berpikir kritis sebesar 0,75 yang termasuk dalam kategori tinggi. Berdasarkan hasil analisis statistik inferensial, dapat disimpulkan bahwa penerapan model PjBL dengan pendekatan STEAM berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa.

Kata Kunci: *Project-Based Learning* (PjBL), STEAM, 3R (*Reduce, Recycle, Reuse*), Berpikir Kritis, Matematika

Abstract. This study aimed to examine the effect of implementing the *Project-Based Learning* (PjBL) model with a STEAM approach on the critical thinking skills of seventh-grade students at UPT SMP Negeri 1 Pangsid. The study employed a pre-experimental method using a one-group pretest-posttest design. The research population consisted of all seventh-grade students at UPT SMP Negeri 1 Pangsid during the even semester of the 2024/2025 academic year. The research sample was Class VII.7, selected using a cluster random sampling technique. Research instruments included observation sheets for lesson implementation and a critical thinking skills test. Observational data were analyzed using percentage analysis, while critical thinking skills data were analyzed using descriptive and inferential statistics. The observation results indicate that the learning implementation falls into the well-implemented category. The findings revealed that the mean score of students' critical thinking skills increased from 29.94 on the pretest to 83.00 on the posttest. Classical mastery of critical thinking skills reached 80.65%. The normalized gain score for critical thinking skills was 0.75, which falls into the high category. Based on the results of inferential statistical analysis, it can be concluded that the implementation of the PjBL model with a STEAM approach has a significant effect on improving students' critical thinking skills.

Keywords: *Project-Based Learning* (PjBL); STEAM; 3R (*Reduce, Recycle, Reuse*); Critical Thinking; Mathematics.

A. Pendahuluan

Peningkatan kualitas pendidikan di Indonesia terus diupayakan melalui penguatan mutu dan produktivitas penelitian pendidikan serta integrasi hasil-hasil penelitian ke dalam praktik pembelajaran di kelas sebagai strategi untuk mendorong peningkatan kualitas pendidikan



secara berkelanjutan (Djam'an, 2023a). Sejalan dengan arah kebijakan nasional dan perkembangan global, kerangka Asta Cita menegaskan pentingnya integrasi Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (*Education for Sustainable Development*), STEAM, dan pendidikan lingkungan dalam agenda reformasi pendidikan nasional (Djam'an, 2025a). Dalam konteks tersebut, temuan Djam'an dkk (2025b) menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek mampu meningkatkan keterlibatan aktif siswa serta mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi melalui aktivitas kolaboratif dan pemecahan masalah nyata, sehingga penerapan Project-Based Learning (PjBL) yang terintegrasi dengan STEAM memberikan peluang bagi siswa untuk mengonstruksi pemahaman konseptual yang mendalam secara autentik. Lebih lanjut, integrasi STEAM yang diperkaya dengan prinsip keberlanjutan dan pendidikan lingkungan menempatkan pembelajaran sebagai wahana pembentukan kesadaran, penalaran kritis, dan tanggung jawab terhadap isu-isu global, khususnya keberlanjutan lingkungan, melalui proyek-proyek berbasis konteks nyata seperti pengelolaan limbah dan pemanfaatan ulang material (Djam'an, 2025a).

Kemampuan berpikir kritis merupakan kemampuan kognitif tingkat tinggi yang melibatkan penalaran reflektif dan analitis untuk mengidentifikasi masalah, mengevaluasi informasi, serta mengambil keputusan yang rasional dan bertanggung jawab (Halpern, 2014; Paul & Elder, 2019), dengan indikator meliputi pemberian penjelasan sederhana, penguasaan keterampilan dasar, pengaturan strategi pemecahan masalah, dan penarikan kesimpulan logis melalui proses berpikir yang sistematis dan berbasis kriteria yang valid (Djam'an, 2023b; Robert & Angelo, 2014). Pembelajaran matematika memiliki peran strategis dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis karena menuntut siswa untuk memahami masalah, merumuskan model matematika, menerapkan penalaran logis, serta mengevaluasi solusi yang diperoleh secara sistematis (Facione, 2015; Ennis, 2011). Melalui aktivitas pemecahan masalah, penalaran, dan pembuktian, matematika mendorong siswa untuk berpikir reflektif, menguji asumsi, serta menarik kesimpulan yang valid, sehingga menjadikan pembelajaran matematika sebagai wahana efektif untuk melatih dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa secara berkelanjutan (NCTM, 2020).

Matematika memiliki peran fundamental dalam membekali siswa dengan kemampuan berpikir kritis, logis, dan sistematis yang sangat dibutuhkan dalam menghadapi tantangan perkembangan teknologi dan kehidupan abad ke-21 (OECD, 2019). Secara konseptual, matematika dipahami sebagai ilmu yang mempelajari pola, struktur, perubahan, dan ruang, dengan geometri sebagai salah satu cabang utama yang berfokus pada kajian hubungan antar titik, garis, bidang, sudut, serta bangun dua dan tiga dimensi (de Freitas dkk., 2013). Salah satu topik penting dalam geometri sekolah adalah bangun ruang sisi datar, yang mencakup kubus, balok, prisma, dan limas sebagai representasi konsep geometri tiga dimensi dalam kehidupan sehari-hari.

Namun demikian, berbagai penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran geometri, khususnya pada materi bangun ruang, masih cenderung bersifat abstrak dan berorientasi prosedural, sehingga siswa mengalami kesulitan dalam memahami hubungan antar konsep dan mengaplikasikannya dalam konteks nyata (Battista, 2007; Jones, 2002). Temuan ini juga diperkuat oleh hasil observasi awal di sekolah lokasi penelitian, yaitu di SMP Negeri 1 Pangsid, yang menunjukkan bahwa proses pembelajaran masih didominasi oleh pemberian rumus dan latihan rutin tanpa melibatkan aktivitas eksploratif dan kontekstual. Akibatnya, siswa cenderung mengalami kesulitan dalam memvisualisasikan bangun ruang serta kurang terlibat dalam pemecahan masalah yang menuntut kemampuan berpikir kritis.

Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pembelajaran inovatif yang mampu menjembatani kesenjangan tersebut, salah satunya melalui penerapan Project-Based Learning (PjBL) berbasis STEAM yang mengintegrasikan aktivitas konstruktif, kontekstual, dan



kolaboratif, dalam penelitian ini diwujudkan melalui proyek *Make Craft with 3R* (Reduce, Recycle, Reuse).

B. Metodologi Penelitian

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian eksperimen semu menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan *pre-experiment* untuk mengeksplorasi secara mendalam pengaruh model *Project-Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan STEAM dalam pembelajaran matematika materi bangun ruang sisi datar.

2. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di UPT SMP Negeri 1 Pangsid yang berlokasi di Jl. Andi Haseng No. 2 Pangsid, Kelurahan Pangkajene, Kecamatan Maritengae, pada semester genap tahun ajaran 2024/2025.

3. Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan adalah *Pre-Experimental Design* dengan tipe *One Group Pretest-Posttest*. Dalam penelitian ini, terdapat satu kelompok yang diberi perlakuan kemudian diobservasi hasilnya sebelum diberikan perlakuan dan sesudah diberikan perlakuan. Desain penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain Penelitian

Tes Awal (<i>pre-test</i>)	Perlakuan	Tes Akhir (<i>post-test</i>)
O_1	X	O_2

Keterangan:

O_1 = *Pre-test* sebelum perlakuan diberikan.

X = Perlakuan terhadap kelompok eksperimen yaitu dengan menerapkan model PjBL dengan pendekatan STEAM.

O_2 = *Post-test* sebelum perlakuan diberikan.

4. Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas VII UPT SMP Negeri 1 Pangsid tahun ajaran 2024/2025, yang terdiri dari 11 kelas homogen dengan total jumlah keseluruhan 341 siswa. Sedangkan, sampel dalam penelitian ini adalah kelas VII 7 yang dipilih melalui teknik *cluster random sampling*. Proses seleksi dilakukan secara demokratis menggunakan sistem undian (*spinner*) untuk menjamin keadilan dan menghindari bias peneliti.

5. Instrumen Penelitian

Instrumen dalam penelitian ini dibuat oleh peneliti dan divalidasi oleh validator. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini mencakup:

1. Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran dan Aktivitas Siswa

Observasi dilakukan untuk mengamati keterlaksanaan pembelajaran dan aktivitas siswa selama proses implementasi model PjBL dengan pendekatan STEAM. Peneliti menggunakan lembar observasi terstruktur yang mencakup kegiatan pendahuluan, inti, dan penutup pembelajaran. Observasi ini bersifat reflektif, di mana peneliti tidak hanya mencatat kejadian tetapi juga memaknai interaksi sosial, dinamika kelas, dan respons siswa terhadap pembelajaran.

Observasi aktivitas siswa difokuskan pada bagaimana siswa mengorganisir diri, berkolaborasi dalam kelompok, melakukan penyelidikan, mengembangkan karya, dan menyajikan hasil pembelajaran mereka. Data observasi memberikan narasi otentik tentang pengalaman pembelajaran siswa dalam konteks sosial kelas.

2. Tes Berpikir Kritis



Instrumen tes berbentuk uraian digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa sebelum (*pre-test*) dan setelah (*post-test*) implementasi pembelajaran. Tes disusun berdasarkan indikator berpikir kritis yang mencakup kemampuan membangun keterampilan dasar, menentukan strategi dan taktik, memberikan penjelasan sederhana, membuat penjelasan lanjut, dan menyimpulkan. Pendekatan *pre-test* dan *post-test* dengan soal yang berbeda namun konsep yang sama digunakan untuk menghindari efek praktis (*testing effect*) dan memperoleh gambaran autentik tentang perkembangan kemampuan berpikir kritis siswa.

6. Tahapan Penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam lima pertemuan dengan struktur sebagai berikut:

1. Pertemuan 1: Pemberian *pre-test* untuk mengukur kemampuan awal berpikir kritis siswa dan kuesioner motivasi awal.
2. Pertemuan 2-4: Implementasi pembelajaran menggunakan model PjBL dengan pendekatan STEAM melalui proyek "*Make Craft with 3R*". Siswa terlibat dalam kegiatan mengintegrasikan Sains (konsep geometri bangun ruang), Teknologi (penggunaan alat ukur dan desain), Teknik (konstruksi bentuk geometris), Seni (estetika dan kreativitas kerajinan), dan Matematika (perhitungan volume dan luas permukaan) dalam membuat kerajinan dari bahan daur ulang.
3. Pertemuan 5: Pemberian *post-test* untuk mengukur perkembangan berpikir kritis.

Setiap pertemuan pembelajaran diobservasi secara sistematis untuk mendokumentasikan keterlaksanaan pembelajaran dan aktivitas siswa. Sebagai tambahan, peneliti menggunakan catatan lapangan (*field notes*) untuk merekam refleksi dan insight yang muncul selama proses penelitian.

7. Hipotesis Penelitian

Hipotesis Mayor

Terdapat pengaruh penerapan model *PjBL* dalam Proyek "*Make craft with 3R (Reduce, Recycle, Reuse)*" dengan Pendekatan STEAM terhadap berpikir kritis siswa kelas VII.

b. Hipotesis Minor 1

Rata-rata kemampuan berpikir kritis siswa setelah penerapan model *PjBL* dalam Proyek "*Make craft with 3R (Reduce, Recycle, Reuse)*" dengan Pendekatan STEAM lebih besar dari 75 (KKM).

$$H_0 : \mu \leq 75 \text{ melawan } H_1 : \mu > 75$$

c. Hipotesis Minor 2

Rata-rata *gain* ternormalisasi kemampuan berpikir kritis siswa pada penerapan model *PjBL* dalam Proyek "*Make craft with 3R (Reduce, Recycle, Reuse)*" dengan Pendekatan STEAM mencapai kategori minimal sedang.

$$H_0 : \mu_g \leq 0.3 \text{ melawan } H_1 : \mu_g > 0.3$$

Keterangan:

μ_g = Nilai *gain* ternormalisasi pemecahan masalah matematika siswa.

Kriteria dalam pengambilan keputusan pada uji ini yaitu, H_0 ditolak jika **t hitung** > **t tabel**, dan H_0 diterima jika **t hitung** \leq **t tabel** dimana $\alpha = 0.05$.

8. Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif-kualitatif dengan tetap menggunakan dukungan data numerik untuk memperkuat narasi. Proses analisis mengikuti pendekatan tematik yang mencakup:

1. Analisis Keterlaksanaan Pembelajaran dan Aktivitas Siswa
Data observasi dianalisis dengan mengidentifikasi pola-pola implementasi pembelajaran, tantangan yang dihadapi guru, dan respons siswa terhadap setiap tahapan pembelajaran.



2. Analisis Berpikir Kritis

Data tes berpikir kritis dianalisis dengan mengidentifikasi pola-pola perkembangan kemampuan siswa dalam setiap indikator berpikir kritis. Analisis tidak hanya melihat skor numerik, tetapi juga mengeksplorasi kualitas argumentasi siswa, bagaimana mereka membangun penalaran, bagaimana mereka menghubungkan konsep matematika dengan konteks nyata dalam proyek 3R.

3. Triangulasi Data

Semua sumber data ditriangulasi untuk membangun pemahaman yang holistik tentang fenomena pembelajaran. Data observasi, kuesioner, tes, dan dokumentasi diintegrasikan untuk mengkonstruksi narasi yang komprehensif tentang bagaimana model PjBL dengan pendekatan STEAM mempengaruhi kemampuan berpikir siswa.

9. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Integrasi prinsip *reduce*, *recycle*, dan *reuse* (3R) secara konsisten terimplementasi dalam rangkaian pembelajaran berbasis proyek pada materi bangun ruang, meliputi kubus, balok, limas, hingga prisma. Pada setiap pertemuan, siswa menerapkan prinsip *reduce* melalui perancangan produk geometris yang mempertimbangkan efisiensi penggunaan bahan berdasarkan perhitungan luas permukaan dan volume; prinsip *reuse* melalui pemanfaatan kembali bahan bekas yang masih layak sebagai material utama proyek; serta prinsip *recycle* melalui pengolahan limbah menjadi produk baru yang bersifat fungsional dan edukatif.

Temuan ini menunjukkan bahwa aktivitas pembelajaran yang dirancang memungkinkan siswa terlibat dalam proses perencanaan dan pembuatan produk berbasis konsep geometri secara kontekstual. Keterlibatan tersebut terlihat dari bagaimana siswa mempertimbangkan bentuk, ukuran, serta fungsi produk yang dibuat selama proses pembelajaran berlangsung. Dengan demikian, integrasi prinsip 3R dalam pembelajaran ini berkontribusi pada penguatan pemahaman konsep geometri tiga dimensi melalui pengalaman belajar yang kontekstual dan berbasis proyek.

Setiap pertemuan pembelajaran memiliki karakter dan dinamikanya sendiri. Pada pertemuan pertama (Gambar 1) dengan fokus pada kubus, siswa tampak masih dalam fase eksplorasi dan adaptasi. Mereka diajak untuk membuat celengan sederhana dari bahan daur ulang sebuah proyek yang menuntut mereka untuk tidak hanya memahami konsep geometris kubus tetapi juga menerapkannya dalam desain fungsional. Tahap *reflection* memicu rasa ingin tahu siswa: "Mengapa celengan berbentuk kubus? Bagaimana menghitung kapasitas yang dibutuhkan?" Unsur *science* dalam proyek pembuatan celengan berbentuk kubus muncul melalui pengamatan sifat bahan daur ulang, analisis stabilitas dan keseimbangan bangun, hubungan antara bentuk dan fungsi produk, pengujian daya tahan struktur terhadap tekanan, serta pemahaman konsep keberlanjutan melalui pemanfaatan kembali material bekas, memanfaatkan alat ukur dan teknologi sederhana (teknologi), merancang strategi konstruksi (teknik), mengekspresikan estetika dalam desain (seni), dan menghitung luas permukaan serta volume (matematika).



Gambar 1. Aktivitas pada Pertemuan Pertama



Pada pertemuan ini, pembelajaran difokuskan pada materi bangun ruang sisi datar, khususnya kubus. Pada tahap *reflection*, siswa dibagi ke dalam kelompok beranggotakan 5–6 orang untuk menjawab pertanyaan kontekstual terkait penerapan kubus dalam kehidupan sehari-hari, termasuk mengidentifikasi unsur dan sifat-sifat kubus (*science*). Tahap *research* dilaksanakan melalui diskusi aturan pembelajaran, pembagian LKS, serta pengumpulan informasi dari berbagai sumber untuk menyelesaikan tugas pembuatan celengan sederhana menggunakan alat dan bahan yang tersedia (*technology*). Unsur *engineering* tampak pada penyusunan langkah pemecahan masalah secara sistematis, perancangan strategi, dan pemilihan rumus luas permukaan serta volume kubus, sedangkan unsur *art* tercermin dalam kreativitas desain celengan. Pada tahap *discovery*, siswa mendiskusikan dan menyelesaikan perhitungan matematis dengan bimbingan guru (*mathematics*). Tahap *application* dilakukan melalui



Gambar 2. Aktivitas pada Pertemuan Kedua

presentasi hasil kerja kelompok, dan tahap *communication* ditutup dengan pemberian umpan balik, refleksi, serta apresiasi dari guru dan kelompok lain. Proses dan hasil pembelajaran ini selaras dengan penelitian penelitian yang menunjukkan bahwa pembelajaran matematika kontekstual berbasis proyek melalui integrasi PjBL–STEAM pada geometri tiga dimensi efektif meningkatkan pemahaman geometri, keterlibatan belajar, dan kemampuan berpikir kritis siswa (Djam'an dkk, 2025b; Bell, 2010).

Pada pertemuan kedua seperti ilustrasi pada Gambar 2, pembelajaran difokuskan pada materi bangun ruang sisi datar, yaitu balok. Siswa bekerja dalam kelompok yang telah ditetapkan untuk menjawab pertanyaan awal terkait karakteristik, unsur, dan sifat-sifat balok sebagai bagian dari tahap pengamatan (*science*). Pada tahap *research*, guru dan siswa mendiskusikan aturan pembelajaran, membagikan LKS, serta mengumpulkan informasi dari berbagai sumber untuk menyelesaikan tugas pembuatan tempat tisu sederhana menggunakan alat dan bahan yang tersedia (*technology*). Unsur *engineering* tercermin dalam penyusunan langkah pemecahan masalah secara sistematis, perancangan strategi, dan pemilihan rumus yang tepat untuk menghitung luas permukaan dan volume balok, sedangkan unsur *art* terlihat pada kreativitas desain tempat tisu. Pada tahap *discovery*, siswa menyelesaikan perhitungan matematis dengan bimbingan guru (*mathematics*). Tahap *application* dilakukan melalui presentasi hasil kerja kelompok, dan tahap *communication* diakhiri dengan umpan balik, refleksi, serta apresiasi dari guru dan kelompok lain.



Gambar 3. Aktivitas pada Pertemuan Ketiga

Pada pertemuan ketiga, pembelajaran difokuskan pada materi bangun ruang sisi datar, yaitu limas. Siswa bekerja dalam kelompok untuk mengidentifikasi unsur dan sifat-sifat limas sebagai bagian dari tahap pengamatan (*science*). Pada tahap *research*, guru dan siswa mendiskusikan aturan pembelajaran, membagikan LKS, serta mengumpulkan informasi dari berbagai sumber untuk menyelesaikan tugas pembuatan piramida sederhana menggunakan alat dan bahan yang tersedia (*technology*). Unsur *engineering* tercermin dalam penyusunan langkah pemecahan masalah secara sistematis, perancangan strategi, dan pemilihan rumus yang tepat untuk menghitung luas permukaan dan volume limas, sedangkan unsur *art* tampak pada kreativitas desain piramida sederhana. Pada tahap *discovery*, siswa menyelesaikan perhitungan matematis dengan bimbingan guru (*mathematics*). Tahap *application* dilakukan melalui presentasi hasil kerja kelompok, dan tahap *communication* diakhiri dengan umpan balik, refleksi, serta apresiasi dari guru dan kelompok lain.

Pertemuan keempat (Gambar 4) dengan materi prisma menjadi fase puncak pembelajaran, di mana proyek pembuatan papan nama berbentuk prisma segitiga memberikan ruang yang luas bagi siswa untuk mengekspresikan kreativitas dan pemahaman konseptual secara terpadu. Hasil observasi menunjukkan bahwa pada tahap ini siswa telah mampu mengintegrasikan berbagai disiplin dalam kerangka STEAM secara fleksibel dan bermakna, ditunjukkan melalui kemampuan mereka berpindah secara natural dari perhitungan dimensi dan volume prisma (*mathematics*), pemilihan material yang sesuai (*science*), perancangan struktur yang stabil dan fungsional (*engineering*), pemanfaatan alat serta teknik sederhana (*technology*), hingga pertimbangan estetika desain produk (*art*). Temuan ini sejalan dengan penelitian internasional yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan STEAM mendorong transfer lintas-disiplin, penguatan pemahaman geometri tiga dimensi, serta pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi melalui aktivitas desain autentik dan kolaboratif (English, 2016).



Gambar 4. Aktivitas pada Pertemuan Keempat

Pada pertemuan ini, pembelajaran difokuskan pada materi bangun ruang sisi datar, yaitu prisma. Siswa bekerja dalam kelompok untuk mengidentifikasi unsur, sifat, dan jumlah sisi prisma sebagai bagian dari tahap pengamatan (*science*). Pada tahap *research*, guru dan siswa mendiskusikan aturan pembelajaran, membagikan LKS, serta mengumpulkan informasi dari



berbagai sumber untuk menyelesaikan tugas pembuatan papan nama menggunakan alat dan bahan yang tersedia (*technology*). Unsur *engineering* tercermin dalam penyusunan langkah pemecahan masalah secara sistematis, perancangan strategi, dan pemilihan rumus yang tepat untuk menghitung luas permukaan dan volume prisma, sedangkan unsur *art* tampak pada kreativitas desain papan nama. Pada tahap *discovery*, siswa menyelesaikan perhitungan matematis dengan bimbingan guru (*mathematics*). Tahap *application* dilakukan melalui presentasi hasil kerja kelompok, dan tahap *communication* diakhiri dengan umpan balik serta apresiasi dari guru dan kelompok lain.

2. Hasil Analisis Statistik Deskriptif

a) Keterlaksanaan Pembelajaran

Keterlaksanaan pembelajaran mencakup aktivitas peneliti dalam mengelola pembelajaran menggunakan model PjBL berpendekatan STEAM. Data diperoleh melalui lembar observasi yang dilaksanakan selama lima pertemuan pada setiap kelas. Hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Keterlaksanaan Penerapan Model PjBL dengan Pendekatan STEAM

Pertemuan	Persentase	Kategori
I	91,67	Terlaksana Dengan Baik
II	88,33	Terlaksana Dengan Baik
III	93,33	Terlaksana Dengan Baik
IV	95,00	Terlaksana Dengan Baik
Rata-rata	92,08	Terlaksana Dengan Baik

Berdasarkan Tabel 2, persentase keterlaksanaan pembelajaran pada setiap pertemuan berturut-turut sebesar 91,67%, 88,33%, 93,33%, dan 95%. Secara keseluruhan, rata-rata keterlaksanaan pembelajaran mencapai 92,08%. Mengacu pada kriteria pengkategorian keterlaksanaan pembelajaran, penerapan model *Project-Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan STEAM terhadap motivasi belajar dan kemampuan berpikir kritis siswa tergolong terlaksana dengan baik.

Selanjutnya, data kemampuan berpikir kritis siswa pada kelas yang menerapkan model *Project-Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan STEAM dianalisis berdasarkan hasil *pre-test* dan *post-test*, dengan rekapitulasi data disajikan pada Tabel 3.

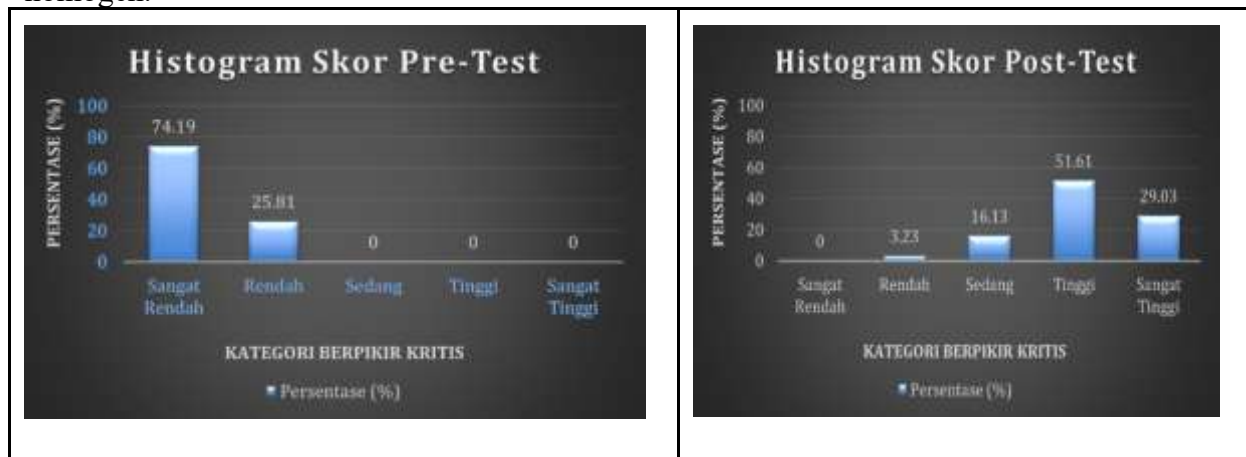
Tabel 3. Rekapitulasi Berpikir Kritis

Statistik	Nilai Statistik	
	<i>Pre-Test</i>	<i>Post-Test</i>
Ukuran Sampel	31.00	31.00
Mean	29.94	83.00
Median	28.00	85.00
Mode	16.00	80.00
Std. Deviation	13.498	10.705
Variance	182.196	114.600
Range	46.00	47.00
Minimum	10.00	53.00
Maximum	56.00	100.00

Berdasarkan Tabel 3, kemampuan berpikir kritis siswa menunjukkan peningkatan yang signifikan setelah penerapan model *Project-Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan STEAM. Pada tahap *pre-test*, rata-rata skor siswa masih rendah ($M = 29,94$) dengan sebaran nilai yang relatif besar ($SD = 13,498$), mengindikasikan kemampuan awal berpikir kritis yang belum berkembang secara optimal. Sebaliknya, pada tahap *post-test*, rata-rata skor meningkat secara substansial menjadi 83,00 dengan penurunan standar deviasi ($SD = 10,705$), yang



menunjukkan peningkatan kemampuan berpikir kritis sekaligus distribusi nilai yang lebih homogen.



Gambar 5. Histogram Skor *Pre-test* dan *Post-test*

Berdasarkan histogram skor *pre-test* pada Gambar 5, kemampuan berpikir kritis siswa pada materi bangun ruang sisi datar didominasi oleh kategori sangat rendah, dengan 23 siswa (74,19%) berada pada rentang skor < 40 dan 8 siswa (25,81%) pada kategori rendah ($40 \leq \text{skor} < 60$), sementara tidak terdapat siswa yang mencapai kategori sedang hingga sangat tinggi. Temuan ini menunjukkan bahwa sebagian besar siswa belum memiliki kemampuan berpikir kritis yang memadai sebelum pembelajaran.

Sebaliknya, hasil *post-test* menunjukkan pergeseran distribusi yang signifikan ke kategori yang lebih tinggi. Tidak terdapat siswa pada kategori sangat rendah, hanya 1 siswa (3,23%) berada pada kategori rendah, 5 siswa (16,13%) pada kategori sedang, 16 siswa (51,61%) pada kategori tinggi, dan 9 siswa (29,03%) pada kategori sangat tinggi. Secara keseluruhan, sebanyak 80,65% siswa mencapai kategori tinggi hingga sangat tinggi, yang mengindikasikan bahwa penerapan model *Project-Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan STEAM efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi bangun ruang sisi datar.

Berdasarkan Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) keterampilan UPT SMP Negeri 1 Pangsid yang ditetapkan sebesar 75. Tabel 4 menyajikan tingkat pencapaian ketuntasan hasil belajar siswa kelas VII 7 yang diajar menggunakan model *PjBL* dengan pendekatan STEAM.

Tabel 4. Distribusi Kriteria KKM Kemampuan Berpikir Kritis pada Kelas VIII 7

Berpikir Kritis	KKM	Persentase Kriteria Ketuntasan Minimal	
		Tuntas	Tidak Tuntas
<i>Pre-Test</i>	75	0,00	100,00
<i>Post-Test</i>	75	80.65	19.35

Terlihat dari Tabel 4, pada pemberian *Pre-Test* mencapai 100% atau 31 siswa tidak tuntas dalam mencapai kriteria ketuntasan minimal (KKM), setelah penerapan model PjBL dengan pendekatan STEAM menjadi 80,65% siswa yang tuntas mencapai KKM dan sebanyak 19,35% siswa tidak tuntas dalam mencapai KKM. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan model *PjBL* dengan pendekatan STEAM memberikan dampak positif terhadap berpikir kritis siswa, dimana hal ini terlihat dari peningkatan persentase siswa yang mencapai KKM dari 0% pada *Pre-test* menjadi 80,65% pada *Post-test*.

Perhitungan gain ternormalisasi peningkatan berpikir kritis siswa setelah diajar menggunakan model *PjBL* dengan pendekatan STEAM dapat dilihat pada Tabel 5.



Tabel 5. Statistik Gain Berpikir Kritis

Statistik	Nilai Statistik
Ukuran Sampel	31.00
Mean	0.75
Median	0.76
Mode	0.47
Std. Deviation	0.13
Variance	0.019
Range	0.53
Minimum	0.47
Maximum	1.00

Berdasarkan Tabel 5, rata-rata peningkatan nilai berpikir kritis siswa pada kelas eksperimen yaitu 0,75 atau berada pada klasifikasi tinggi. Peningkatan berpikir kritis siswa yang ditunjukkan dengan nilai gain ternormalisasi yang diperoleh siswa tersebar dari skor terendah yaitu 0,47 sampai skor tertinggi yaitu 1.00 dengan rentang 0.53. Klasifikasi N-gain berpikir kritis siswa dapat diperoleh pada Tabel 6.

Tabel 6. Klasifikasi N-Gain Berpikir Kritis

Interval Normalisasi Gain	Jumlah Siswa	Persentase (%)	Kategori
N - Gain < 0,3	0	0,00	Rendah
$0,3 \leq N - \text{Gain} < 0,7$	9	29,03	Sedang
N - Gain $\geq 0,7$	22	70,97	Tinggi

Berdasarkan Tabel 6, peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa setelah penerapan model *Project-Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan STEAM, berdasarkan nilai *normalized gain* (N-Gain), sebagian besar berada pada kategori tinggi, yaitu sebanyak 22 siswa (70,97%). Sementara itu, 9 siswa (29,03%) berada pada kategori sedang, dan tidak terdapat siswa pada kategori rendah.

Hasil Analisis Statistik Inferensial

Sebelum melakukan pengujian hipotesis statistik terlebih dahulu dilakukan uji normalitas sebagai uji prasyarat. Hasil perhitungan uji normalitas *pre-test* dan *post-test* dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk

	Statistic	df	Sig.
<i>Post-Test</i> Berpikir Kritis	.937	31	.070
<i>N-Gain</i> Berpikir Kritis	.967	31	.430

Berdasarkan Tabel 7, hasil uji normalitas Shapiro–Wilk menunjukkan bahwa data *post-test* kemampuan berpikir kritis memiliki nilai signifikansi sebesar 0,070 ($> 0,05$), sedangkan data *N-Gain* berpikir kritis memiliki nilai signifikansi sebesar 0,430 ($> 0,05$). Mengacu pada kriteria pengujian, kedua data tersebut berdistribusi normal, sehingga memenuhi prasyarat untuk dilakukan analisis statistik lanjutan. *Output* hasil pengujian disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Output One Sample T-Test Rata-rata Gain Berpikir Kritis

	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
				Lower	Upper
<i>N-Gain</i> Berpikir Kritis	30	.000	.46940	.4184	.5204

Berdasarkan hasil uji *One Sample T-Test* pada Tabel 8 dengan nilai pembandingan (*test value*) sebesar 0,29, diperoleh nilai signifikansi (2-tailed) sebesar 0,000 ($< 0,05$). Dengan



demikian, hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima. Hasil ini menunjukkan bahwa rata-rata *normalized gain* (N-Gain) kemampuan berpikir kritis siswa secara signifikan lebih tinggi daripada 0,29. Temuan ini mengindikasikan bahwa penerapan model *Project-Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan STEAM efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model *Project-Based Learning* (PjBL) dengan pendekatan STEAM berpengaruh positif dan signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. Keterlibatan siswa dalam proyek berbasis prinsip *Reduce, Recycle, Reuse* (3R) mendorong mereka untuk secara aktif mengidentifikasi permasalahan autentik, merancang dan menguji solusi, melakukan analisis berbasis data, serta mengevaluasi hasil kerja secara reflektif dan sistematis. Aktivitas diskusi kelompok, pemecahan masalah kontekstual, dan presentasi hasil proyek terbukti memperkuat indikator-indikator berpikir kritis, khususnya kemampuan analisis, penalaran logis, dan pengambilan keputusan, sebagaimana juga dilaporkan dalam berbagai penelitian internasional terkini yang menegaskan bahwa integrasi PjBL–STEAM efektif dalam mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi melalui pembelajaran kolaboratif dan berbasis masalah nyata (Ananda, 2023; Perignat & Katz-Buonincontro, 2019; Thuneberg et al., 2022).

Temuan ini juga relevan dengan beberapa temuan yang menyatakan, integrasi pendekatan STEAM dalam *Project-Based Learning* terbukti mampu memperdalam pemahaman konseptual geometri tiga dimensi, meningkatkan penalaran spasial, dan mendorong pengambilan keputusan berbasis analisis pada konteks nyata, sehingga model PjBL berbasis STEAM dapat dipandang sebagai alternatif pembelajaran yang efektif dan relevan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi bangun ruang sisi datar (Chien dkk, 2024; Hwang, Lai, & Wang, 2021; Mariana dkk, 2023).

Lebih lanjut, integrasi isu *reduce, recycle, dan reuse* (3R) dalam proyek pembelajaran matematika berbasis PjBL–STEAM merupakan strategi pedagogis yang relevan untuk menumbuhkan pemahaman konsep matematis sekaligus kesadaran keberlanjutan siswa. Melalui pemanfaatan material bekas sebagai konteks belajar, siswa tidak hanya mengonstruksi konsep geometri secara konkret dan bermakna, tetapi juga dilatih untuk berpikir kritis dalam mengambil keputusan terkait efisiensi penggunaan sumber daya, perancangan produk fungsional, dan evaluasi dampak lingkungan dari solusi yang mereka rancang. Pendekatan ini selaras dengan prinsip *Education for Sustainable Development* (ESD) yang menekankan integrasi dimensi lingkungan, sosial, dan ekonomi dalam pembelajaran, serta terbukti mampu meningkatkan keterlibatan belajar, pemahaman konseptual, dan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa (Quigley dkk, 2017). Dengan demikian, pengangkatan isu 3R dalam pembelajaran matematika tidak hanya memperkuat literasi matematis, tetapi juga membentuk sikap bertanggung jawab dan kesadaran ekologis sebagai bagian dari kompetensi abad ke-21.

D. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil membuktikan efektivitas penerapan model *Project Based Learning* (PjBL) dalam Proyek "Make craft with 3R (*Reduce, Recycle, Reuse*)" dengan pendekatan STEAM terhadap peningkatan motivasi belajar dan kemampuan berpikir kritis siswa kelas VII UPT SMP Negeri 1 Pangsid. Motivasi belajar siswa mengalami peningkatan signifikan dengan skor rata-rata meningkat dari 2,68 menjadi 3,42, mencapai gain sebesar 0,56 (klasifikasi sedang), dan seluruh siswa (100%) mencapai motivasi belajar minimal kategori sedang. Kemampuan berpikir kritis siswa menunjukkan peningkatan yang lebih tinggi, dengan skor rata-rata meningkat dari 29,94 menjadi 83,00, mencapai gain sebesar 0,75 (klasifikasi tinggi), dan ketuntasan klasikal mencapai 80,65%. Penelitian ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek dengan tema lingkungan dapat menjadi alternatif efektif untuk mengembangkan keterampilan abad 21, khususnya berpikir kritis, sambil meningkatkan



motivasi belajar siswa pada materi geometri. Selain itu, hasil penelitian ini dapat diaplikasikan pada berbagai materi matematika lainnya, tidak terbatas pada bangun ruang sisi datar. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengeksplorasi penerapan model ini pada jenjang pendidikan yang berbeda, mengukur dampak jangka panjang terhadap prestasi akademik siswa, serta mengembangkan variasi proyek STEAM yang dapat disesuaikan dengan konteks lokal sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananda, L. R., Rahmawati, Y., & Khairi, F. (2023). Critical thinking skills of chemistry students by integrating design thinking with STEAM-PJBL. *Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 352–367. <https://doi.org/10.3926/jotse.1938>
- Battista, M. T. (2007). The development of geometric and spatial thinking. In F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 843–908). Information Age Publishing.
- Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 83(2), 39–43. <https://doi.org/10.1080/00098650903505415>
- Chen, Y., So, W. W. M., Zhu, J., *et al.* (2024). STEM learning opportunities and career aspirations: The interactive effect of students' self-concept and perceptions of STEM professionals. *International Journal of STEM Education*, 11(1), Article 1. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00466-7>
- Djam'an, N., Mariana, N., & Simanjorang, M. M. (2023a). Trends in mathematics education research in Indonesia. In B. Atweh, L. Fan, & C. P. Vistro-Yu (Eds.), *Asian research in mathematics education* (pp. xx–xx). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-99-0643-7_8
- Djam'an, N., Arwadi, F., & Amini, N. (2023b). Pengaruh penerapan model pembelajaran inkuiri terbimbing terhadap kemampuan berpikir kritis siswa ditinjau dari *self-esteem*. *Issues in Mathematics Education*, 7(1), 44–53. <http://www.ojs.unm.ac.id/imed>
- Djam'an, N. (2025a). Examining the implementation of environmental education in the STEAM approach for sustainability. *Discover Education*, 4, Article 410. <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00837-4>.
- Djam'an, N., Amaliah, N., & Arwadi, F. (2025b). Pengaruh penerapan model PjBL dengan pendekatan STEM terhadap peningkatan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa pada materi bangun ruang sisi lengkung di SMP. *Proximal: Jurnal Penelitian Matematika dan Pendidikan Matematika*, 8(4). <https://doi.org/10.30605/proximal.v8i4.6716>
- English, L. D. (2016). STEM education K–12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3, Article 3. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- Ennis, R. H. (2011). *The nature of critical thinking: An outline of critical thinking dispositions and abilities*. University of Illinois.



- Facione, P. A. (2015). *Critical thinking: What it is and why it counts*. Retrieved from ResearchGate.
- Hwang, G. J., Lai, C. L., & Wang, S. Y. (2021). Seamless flipped learning integrated with project-based learning: Effects on students' critical thinking and learning achievement. *Educational Technology & Society*, 24(1), 1–14.
- Jones, K. (2002). Issues in the teaching and learning of geometry. In L. Haggarty (Ed.), *Aspects of teaching secondary mathematics: Perspectives on practice* (pp. 121–139). RoutledgeFalmer. [doi:10.4324/9780203165874](https://doi.org/10.4324/9780203165874)
- OECD. (2019). *PISA 2018 results (Volume I): What students know and can do*. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2018-results-volume-i_5f07c754-en.html
- Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 31–43. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>
- Quigley, C. F., Herro, D., & Jamil, F. M. (2017). Developing a conceptual model of STEAM teaching practices. *School Science and Mathematics*, 117(1–2), 1–12. <https://doi.org/10.1111/ssm.12201>
- de Freitas, E., & Sinclair, N. (2013). *New materialist ontologies in mathematics education: The body in/of mathematics*. *Educational Studies in Mathematics*, 83(3), 453–470. <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9465-z>
- Mariana, E. P., & Kristanto, Y. D. (2023). *Integrating STEAM education and computational thinking: Analysis of students' critical and creative thinking skills in an innovative teaching and learning*. *Southeast Asia Mathematics Education Journal*, 13(1). <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED629819.pdf>
- Thuneberg, H. M., Salmi, H. S., & Bogner, F. X. (2018). *How creativity, autonomy and visual reasoning contribute to cognitive learning in a STEAM hands-on inquiry-based math module*. *Thinking Skills and Creativity*, 29, 153–160. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.07.003>
- UNESCO. (2020). *Education for Sustainable Development: A roadmap*. UNESCO Publishing. <https://www.unesco.org/en/articles/education-sustainable-development-roadmap>

